MS201D

H-840 Hexapod Mikroroboter

Benutzerhandbuch

Version: 1.1.0 Datum: 04.06.2013



Dieses Dokument beschreibt die folgenden Produkte:

- **H-840.G1**
  Hexapod-Mikroroboter, getriebeübersetzt, 2,5 mm/s, 30 kg Last
- **H-840.D1**
  Hexapod-Mikroroboter, Direktantrieb, 50 mm/s, 10 kg Last

Physik Instrumente (PI) GmbH & Co. KG · Auf der Römerstr. 1 76228 Karlsruhe, Germany
Telefon +49 721 4846-0 · Telefax +49 721 4846-1019 · E-Mail info@pi.ws

PI

Physik Instrumente (PI) GmbH & Co. KG ist Inhaberin der nachfolgend aufgeführten Marken:
PI®, PIC®, PICMA®, PILine®, PIFOC®, PiezoWalk®, NEXACT®, NEXLINE®, NanoCube®, NanoAutomation®, Picoactuator®, PInano®

Originalbetriebsanleitung
Erstdruck: 04.06.2013
Dokumentnummer: MS201D, BRo, Version 1.1.0

Änderungen vorbehalten. Dieses Handbuch verliert seine Gültigkeit mit Erscheinen einer neuen Revision. Die jeweils aktuelle Revision ist auf unserer Website zum Herunterladen (S. 3) verfügbar.

Inhalt



1 Über dieses Dokument

In diesem Kapitel

1.1 Ziel und Zielgruppe dieses Benutzerhandbuchs

Dieses Benutzerhandbuch enthält die erforderlichen Informationen für die bestimmungsgemäße Verwendung des H-840.

Grundsätzliches Wissen zu geregelten Systemen, zu Konzepten der Bewegungssteuerung und zu geeigneten Sicherheitsmaßnahmen wird vorausgesetzt.

Die aktuellen Versionen der Benutzerhandbücher stehen auf unserer Website zum Herunterladen (S. 3) bereit.

1.2 Symbole und Kennzeichnungen

In diesem Benutzerhandbuch werden folgende Symbole und Kennzeichnungen verwendet:

VORSICHT



Gefährliche Situation

Bei Nichtbeachtung drohen leichte Verletzungen.

➢ Maßnahmen, um die Gefahr zu vermeiden.

HINWEIS



Gefährliche Situation

Bei Nichtbeachtung drohen Sachschäden.

➢ Maßnahmen, um die Gefahr zu vermeiden.



INFORMATION

Informationen zur leichteren Handhabung, Tricks, Tipps, etc.

Symbol/ Kennzeichnung	**Bedeutung**
1. 2.	Handlung mit mehreren Schritten, deren Reihenfolge eingehalten werden muss
➢	Handlung mit einem Schritt oder mehreren Schritten, deren Reihenfolge nicht relevant ist
▪	Aufzählung
S. 5	Querverweis auf Seite 5
RS-232	Bedienelement-Beschriftung auf dem Produkt (Beispiel: Buchse der RS-232 Schnittstelle)
⚠	Auf dem Produkt angebrachtes Warnzeichen, das auf ausführliche Informationen in diesem Handbuch verweist.

1.3 Mitgeltende Dokumente

Alle in dieser Dokumentation erwähnten Geräte und Programme von PI sind in separaten Handbüchern beschrieben.

Beschreibung	Dokument
Hexapodcontroller C-887	MS204D Benutzerhandbuch
Hexapodcontroller C-887	MS204Dqu Benutzerhandbuch Kurzversion

1.4 Handbücher herunterladen

INFORMATION

Wenn ein Handbuch auf unserer Website fehlt oder Probleme beim Herunterladen auftreten:

➢ Wenden Sie sich an unseren Kundendienst (S. 45).

Auf unserer Website finden Sie die Handbücher in ihrer aktuellen Version. Um ein Handbuch herunterzuladen, gehen Sie wie folgt vor:

1. Öffnen Sie die Website **http://www.pi-portal.ws**.
2. Klicken Sie auf ***Downloads***.
3. Klicken Sie auf die entsprechende Kategorie (z. B. ***H-Hexapods***).
4. Klicken Sie auf den entsprechenden Produktcode (z. B. ***H-840***).

   Eine Übersicht der verfügbaren Dateitypen zum gewählten Produkt wird angezeigt.

5. Wenn ***(0 Files)*** in der Zeile ***Documents*** angezeigt wird, loggen Sie sich zur Anzeige und zum Download der Dokumente wie folgt ein:

   a) Legen Sie die CD des Produkts in das entsprechende PC-Laufwerk ein.
   b) Öffnen Sie das Verzeichnis ***Manuals***.
   c) Öffnen Sie die Release News (z. B. ***C-887_Releasenews_V_x_x_x.pdf***) von der CD des Produkts.
   d) Entnehmen Sie dem Abschnitt **User login for software download** in den Release News den Benutzernamen (user name) und das Kennwort (password).
   e) Geben Sie auf der Website im Bereich ***User login*** am linken Seitenrand den Benutzernamen und das Kennwort in die entsprechenden Felder ein.
   f) Klicken Sie auf ***Login***.

   Wenn immer noch ***Documents (0 Files)*** angezeigt wird, sind keine Handbücher vorhanden:

   – Wenden Sie sich an unseren Kundendienst (S. 45).

6. Klicken Sie auf ***Documents***.
7. Klicken Sie auf das gewünschte Handbuch und speichern Sie es auf der Festplatte Ihres PC oder auf einem Datenträger.

2 Sicherheit

In diesem Kapitel

2.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

Der Hexapod-Mikroroboter (kurz: „Hexapod“) ist ein Laborgerät im Sinne der DIN EN 61010-1. Er ist für die Verwendung in Innenräumen und in einer Umgebung gebaut, die frei von Schmutz, Öl und Schmiermitteln ist.

Entsprechend seiner Bauform ist der Hexapod für die Positionierung, Justierung und Verschiebung von Lasten in sechs Achsen bei verschiedenen Geschwindigkeiten vorgesehen.

Der Hexapod ist Bestandteil eines Hexapodsystems. Die bestimmungsgemäße Verwendung des Hexapods ist nur in Verbindung mit dem zum Hexapodsystem gehörenden Hexapodcontroller möglich, der alle Bewegungen des Hexapods koordiniert.

2.2 Allgemeine Sicherheitshinweise

Der H-840 ist nach dem Stand der Technik und den anerkannten sicherheitstechnischen Regeln gebaut. Bei unsachgemäßer Verwendung des H-840 können Benutzer gefährdet werden und/oder Schäden am H-840 entstehen.

- ➢ Benutzen Sie den H-840 nur bestimmungsgemäß und in technisch einwandfreiem Zustand.
- ➢ Lesen Sie das Benutzerhandbuch.
- ➢ Beseitigen Sie Störungen, die die Sicherheit beeinträchtigen können, umgehend.

Der Betreiber ist für den korrekten Einbau und Betrieb des H-840 verantwortlich.



2.2.1 Organisatorische Maßnahmen

Benutzerhandbuch

- Halten Sie dieses Benutzerhandbuch ständig am H-840 verfügbar.
  Die aktuellen Versionen der Benutzerhandbücher stehen auf unserer Website zum Herunterladen (S. 3) bereit.
- Fügen Sie alle vom Hersteller bereitgestellten Informationen, z. B. Ergänzungen und Technical Notes, zum Benutzerhandbuch hinzu.
- Wenn Sie den H-840 an Andere weitergeben, fügen Sie dieses Handbuch und alle sonstigen vom Hersteller bereitgestellten Informationen bei.
- Führen Sie Arbeiten grundsätzlich anhand des vollständigen Benutzerhandbuchs durch. Fehlende Informationen aufgrund eines unvollständigen Benutzerhandbuchs können zu leichten Verletzungen und zu Sachschäden führen.
- Installieren und bedienen Sie den H-840 nur, nachdem Sie dieses Benutzerhandbuch gelesen und verstanden haben.

Personalqualifikation

Nur autorisiertes und entsprechend qualifiziertes Personal darf den H-840 in Betrieb nehmen, bedienen, warten und reinigen.

2.2.2 Maßnahmen beim Transport

Unzulässige mechanische Belastung kann den Hexapod beschädigen.

- Versenden Sie den Hexapod nur in der Originalverpackung.
- Halten Sie den Hexapod nur an der Transportsicherung oder an der Grundplatte.

2.2.3 Maßnahmen bei der Installation

Unzulässige mechanische Belastung und Kollisionen zwischen Hexapod, zu bewegender Last und Umgebung können den Hexapod beschädigen.

- Halten Sie den Hexapod nur an der Grundplatte.
- Ermitteln Sie vor der Installation der Last den Grenzwert für die Belastung des Hexapods mit einem Simulationsprogramm (S. 24).
- Ermitteln Sie vor der Installation der Last den Arbeitsraum des Hexapods mit einem Simulationsprogramm (S. 24).
- Stellen Sie sicher, dass die installierte Last den mit dem Simulationsprogramm ermittelten Grenzwert einhält.
- Vermeiden Sie bei der Installation des Hexapods und der Last hohe Kräfte und Momente auf die bewegte Plattform.
- Sorgen Sie für eine unterbrechungsfreie Stromversorgung, um eine ungewollte Deaktivierung des Hexapodsystems und daraus resultierende ungewollte Positionsänderungen des Hexapods zu vermeiden.
- Stellen Sie sicher, dass im Arbeitsraum des Hexapods keine Kollisionen zwischen Hexapod, zu bewegender Last und Umgebung möglich sind.

Ungeeignete Montage kann die Grundplatte verspannen. Ein Verspannen der Grundplatte verringert die Genauigkeit.

- Montieren Sie den Hexapod auf ebener Grundfläche. Die empfohlene Ebenheit der Grundfläche beträgt 300 µm.

Zu tief eingebrachte Schrauben können den Hexapod beschädigen.

- Beachten Sie bei der Wahl der Schraubenlänge die Dicke der bewegten Plattform (S. 50) zusammen mit der zu montierenden Last.
- Verwenden Sie nur Schrauben, die nach dem Einschrauben nicht unter der bewegten Plattform herausragen.
- Befestigen Sie den Hexapod und die Last nur an den dafür vorgesehenen Montagevorrichtungen (Bohrungen).



2.2.4 Maßnahmen bei der Inbetriebnahme

Zwischen den bewegten Teilen des Hexapods und einem feststehenden Teil oder Hindernis besteht die Gefahr von leichten Verletzungen durch Quetschungen.

- Halten Sie Ihre Finger von Bereichen fern, in denen sie von bewegten Teilen erfasst werden können.

Die vom Hexapodcontroller verwendeten Konfigurationsdaten (z. B. Geometriedaten und Regelparameter) müssen auf den Hexapod abgestimmt sein. Bei Verwendung falscher Konfigurationsdaten kann der Hexapod durch unkontrollierte Bewegungen oder Kollisionen beschädigt werden. Das Abstimmen der Konfigurationsdaten findet vor der Auslieferung statt.

- Prüfen Sie, ob der Hexapodcontroller zum Hexapod passt.
  Ein Aufkleber auf der Rückseite des Hexapodcontrollers gibt an, auf welchen Hexapod der Hexapodcontroller abgestimmt ist.
- Betreiben Sie den Hexapod nur mit einem Hexapodcontroller, dessen Konfigurationsdaten auf den Hexapod abgestimmt sind.

Kollisionen können den Hexapod, die zu bewegende Last und die Umgebung beschädigen.

- Stellen Sie sicher, dass im Arbeitsraum des Hexapods keine Kollisionen zwischen Hexapod, zu bewegender Last und Umgebung möglich sind.
- Platzieren Sie keine Gegenstände in Bereichen, in denen sie von bewegten Teilen erfasst werden können.
- Halten Sie bei einer Fehlfunktion des Hexapodcontrollers die Bewegung sofort an.

Wenn die Transportsicherung des Hexapods nicht entfernt wurde und eine Bewegung kommandiert wird, können Schäden am Hexapod entstehen.

- Entfernen Sie die Transportsicherung, bevor Sie das Hexapodsystem in Betrieb nehmen.

2.2.5 Maßnahmen bei der Wartung

Der Hexapod kann durch falsche Wartung dejustiert werden. Dadurch können sich die Spezifikationen (S. 47) ändern.

- Lösen Sie keine Schrauben.

Hexapodbeine mit Direktantrieb können im Fehlerfall vorsichtig von Hand bewegt werden. Blockierte Beine können durch Gewaltanwendung beschädigt werden.

- Wenn ein oder mehrere Beine des Hexapods blockiert sind, bewegen Sie den Hexapod **nicht** von Hand.
- Wenn Sie den Hexapod von Hand bewegen, vermeiden Sie die Anwendung hoher Kräfte.

3 Produktbeschreibung

In diesem Kapitel

3.1 Merkmale und Anwendungsbereich

Der H-840 Hexapod wird in zwei Modellen angeboten:

- Der direkt getriebene, schnellere H-840.D1 positioniert Massen bis zu 10 kg bei horizontaler Orientierung der Grundplatte und bis zu 3 kg bei beliebiger Orientierung mit bis zu 50 mm/s und 600 mrad/s mikrometergenau.
- Der H-840.G1 ist mit DC-Getriebemotoren ausgestattet und besitzt dadurch eine höhere Selbsthemmung als das direkt getriebene Modell. Er positioniert Lasten bis zu 30 kg bei horizontaler Orientierung der Grundplatte und bis zu 10 kg bei beliebiger Orientierung und ermöglicht dabei kleinste Schrittgrößen unter einem Mikrometer.

Der parallelkinematische Aufbau und die freie Wahl des Drehpunkts (Pivotpunkt) bieten folgende Vorteile:

- Positioniervorgänge in sechs unabhängigen Achsen (drei Translationsachsen, drei Rotationsachsen) mit kurzen Einschwingzeiten
- Pivotpunkt bleibt für Rotationen erhalten und wandert bei linearen Bewegungen mit
- Hohe Genauigkeit und Schrittauflösung in allen Achsen
- Keine Addition von Fehlern einzelner Achsen
- Keine Reibung und Momente durch geschleppte Kabel

Der Hexapod wird mit dem Hexapodcontroller gesteuert, der Bestandteil des Hexapodsystems ist. Die Positionsbefehle an den Hexapodcontroller werden in kartesischen Koordinaten eingegeben.



3.2 Modellübersicht

Hexapod und Hexapodcontroller sind nur gemeinsam als System erhältlich.

Mögliche Systembestandteile

Standardversionen des H-840 Hexapods:

Modell	Bezeichnung
H-840.G1	Hexapod-Mikroroboter, getriebeübersetzt, 2,5 mm/s, 30 kg Last
H-840.D1	Hexapod-Mikroroboter, Direktantrieb, 50 mm/s, 10 kg Last

Standardversionen des C-887 Hexapodcontrollers:

Modell	Bezeichnung
C-887.11	6D-Controller für Hexapoden, inkl. Ansteuerung von zwei Zusatzachsen, TCP/IP und RS-232-Schnittstelle, 19"-Chassis
C-887.21	6D-Controller für Hexapoden, TCP/IP und RS-232-Schnittstelle, Tischgerät

Standardkabelsatz:

Modell	Bezeichnung
C-887.A03	Hexapodkabelsatz 3 m: ▪ K040B0034 Datenübertragungskabel, MDR68 auf MDR68, 1:1 ▪ K060B0111 Stromversorgungskabel, M12m 180° auf M12f 90°

Verfügbare Hexapodsysteme

Folgende Hexapodsysteme sind als Kombinationen aus Hexapod, Hexapodcontroller und Kabelsatz erhältlich:

System	Hexapod		Hexapodcontroller		Kabelsatz
–	H-840.G1	H-840.D1	C-887.11	C-887.21	C-887.A03
H-840.G11	**x**	**–**	**x**	**–**	**x**
H-840.D11	**–**	**x**	**x**	**–**	**x**
H-840.G12	**x**	**–**	**–**	**x**	**x**
H-840.D12	**–**	**x**	**–**	**x**	**x**

3.3 Produktansicht

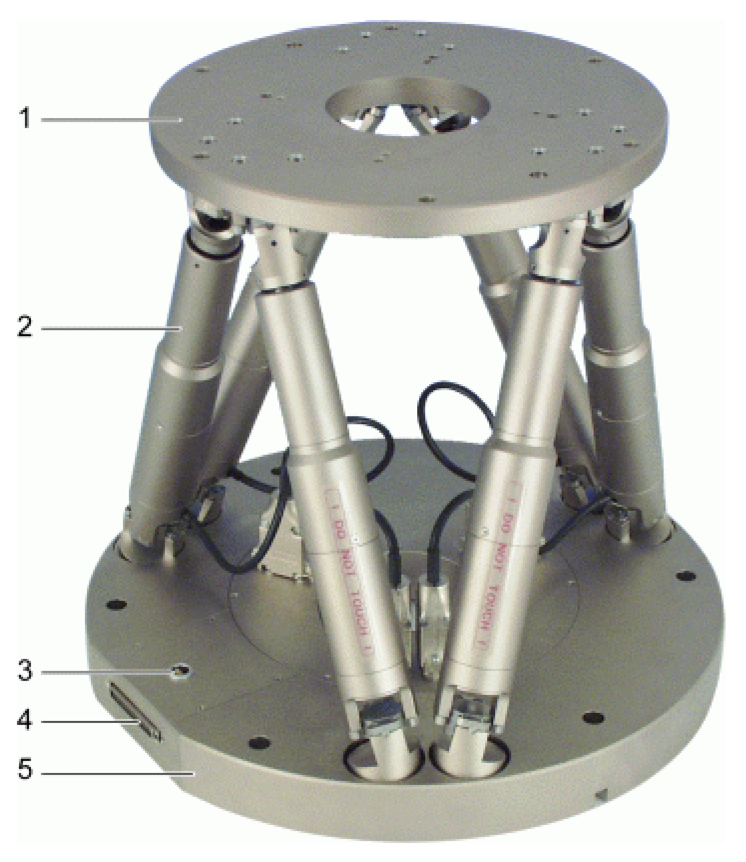


Abbildung 1: Produktansicht

1	*Bewegte Plattform*
2	*Bein*
3	*Einbaustecker für Stromversorgungskabel*
4	*Buchse für Datenübertragungskabel*
5	*Grundplatte*



3.4 Lieferumfang

Die folgende Tabelle enthält den Lieferumfang des Hexapods.

Der Lieferumfang des Hexapodcontrollers wird im Benutzerhandbuch des Hexapodcontrollers aufgelistet.

Den Lieferumfang des Kabelsatzes, der zum Hexapodsystem gehört, können Sie der Auflistung des Standardkabelsatzes in "Modellübersicht" (S. 12) entnehmen.

Bestellnummer	Komponenten
H-840	Hexapod gemäß Ihrer Bestellung (S. 12)
000015165	Klappferrit Steward
Verpackung, bestehend aus:	
–	Transportsicherung mit folgendem Zubehör: ▪ 6 Schrauben M6x20 ▪ 6 Unterlegscheiben aus Kunststoff
2512	Innenpolstersatz
000012899	Innerer Karton mit Griff, 560 mm x 560 mmx 400 mm
000012323	Äußerer Karton mit Weichschaumpolstern
2026	Palette
Dokumentation, bestehend aus:	
M850T0004	Technical Note in gedruckter Form zum Auspacken des Hexapods
MS201D	Benutzerhandbuch für den Hexapod (dieses Dokument)
Schraubensätze:	
000034605	Montagezubehör: ▪ 6 Zylinderschrauben M6x30 ISO 4762 ▪ 1 Sechskant-Winkelschraubendreher 5,0 DIN 911
000036450	Zubehör zum Anschluss an das Erdungssystem: ▪ 1 Flachkopfschraube mit Kreuzschlitz M4x8 ISO 7045 ▪ 2 Unterlegscheiben Form A-4,3 DIN 7090 ▪ 2 Sicherungsscheiben Schnorr Ø 4 mm N0110

3.5 Optionales Zubehör

<table>
<tr><th>Bestellnummer</th><th>Beschreibung</th></tr>
<tr><td>C-887.A20</td><td>Hexapodkabelsatz 20 m, bestehend aus:
<table>
<tr><th>Bezeichnung</th><th>Länge</th><th>Artikelnummer</th></tr>
<tr><td>Leitungstreiberbox für Datenübertragungskabel, controllerseitig</td><td>-</td><td>C030B0011</td></tr>
<tr><td>Leitungstreiberbox für Datenübertragungskabel, Hexapod-seitig</td><td>-</td><td>C030B0012</td></tr>
<tr><td>Kurzes Datenübertragungskabel MDR68 auf MDR68 1:1; 2 Stück</td><td>3 m</td><td>K040B0034</td></tr>
<tr><td>Langes Datenübertragungskabel MDR68 auf MDR68 1:1</td><td>14 m</td><td>K040B0186</td></tr>
<tr><td>Stromversorgungskabel für Leitungstreiberbox, mit M12-Kupplung/M12-Stecker</td><td>17 m</td><td>K060B0126</td></tr>
<tr><td>Stromversorgungskabel für Hexapod, mit M12-Kupplung/M12-Stecker</td><td>20 m</td><td>K060B0127</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>C-887.A30</td><td>Hexapodkabelsatz 30 m, bestehend aus:
<table>
<tr><th>Bezeichnung</th><th>Länge</th><th>Artikelnummer</th></tr>
<tr><td>Leitungstreiberbox für Datenübertragungskabel, controllerseitig</td><td>-</td><td>C030B0011</td></tr>
<tr><td>Leitungstreiberbox für Datenübertragungskabel, Hexapod-seitig</td><td>-</td><td>C030B0012</td></tr>
<tr><td>Kurzes Datenübertragungskabel MDR68 auf MDR68 1:1; 2 Stück</td><td>3 m</td><td>K040B0034</td></tr>
<tr><td>Langes Datenübertragungskabel MDR68 auf MDR68 1:1</td><td>24 m</td><td>K040B0440</td></tr>
<tr><td>Stromversorgungskabel für Leitungstreiberbox, mit M12-Kupplung/M12-Stecker</td><td>27 m</td><td>K060B0160</td></tr>
<tr><td>Stromversorgungskabel für Hexapod, mit M12-Kupplung/M12-Stecker</td><td>30 m</td><td>K060B0161</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

Wenden Sie sich für Bestellungen an den Kundendienst (S. 45).



3.6 Technische Ausstattung

3.6.1 Beine

Der Hexapod hat sechs längenveränderliche Beine. Jedes Bein führt lineare Bewegungen durch. Jeder Satz von Einstellungen der sechs Beine definiert eine Position der bewegten Plattform in sechs Freiheitsgraden (drei Translationsachsen und drei Rotationsachsen).

Jedes Bein ist mit folgenden Komponenten ausgerüstet:

- Ein Aktor
- Referenz- und Endschalter
- Gelenke zur Anbindung an Grundplatte und bewegte Plattform

Der Aktor enthält folgende Komponenten:

- H-840.G1: DC-Motor mit Getriebe und Rotationsencoder, Spindel
- H-840.D1: Direktantrieb, bestehend aus DC-Motor mit Rotationsencoder und Spindel

3.6.2 Referenzschalter und Endschalter

Der Referenzschalter eines Beins funktioniert unabhängig von den Winkelpositionen der Beinenden und von den Längen der anderen Beine.

Bei Aktivierung eines Endschalters wird die Stromversorgung des Motors ausgeschaltet, um den Hexapod vor Schäden durch Fehlfunktionen zu schützen.

3.6.3 Steuerung

Der Hexapod ist für den Betrieb mit dem zum Hexapodsystem gehörenden Hexapodcontroller vorgesehen. Mit dem Hexapodcontroller können Bewegungen für einzelne Achsen, für Kombinationen von Achsen oder für alle sechs Achsen gleichzeitig in einem einzigen Bewegungsbefehl kommandiert werden.

Der Hexapodcontroller berechnet aus den vorgegebenen Zielpositionen für die Translations- und Rotationsachsen die Einstellungen für die einzelnen Beine. Die Geschwindigkeiten und Beschleunigungen der Beine werden so berechnet, dass alle Beine zur selben Zeit starten und stoppen.

Nach dem Einschalten oder dem Neustart des Hexapodcontrollers muss der Hexapod eine Referenzfahrt absolvieren, bei der jedes Bein seinen Referenzschalter anfährt. Nach der Referenzfahrt befindet sich die bewegte Plattform in der Referenzposition und kann zu absoluten Zielpositionen kommandiert werden.

Weitere Informationen finden Sie im Benutzerhandbuch des Hexapodcontrollers.

3.6.4 Bewegung

Die Plattform bewegt sich entlang der Translationsachsen X, Y und Z und um die Rotationsachsen U, V, und W.

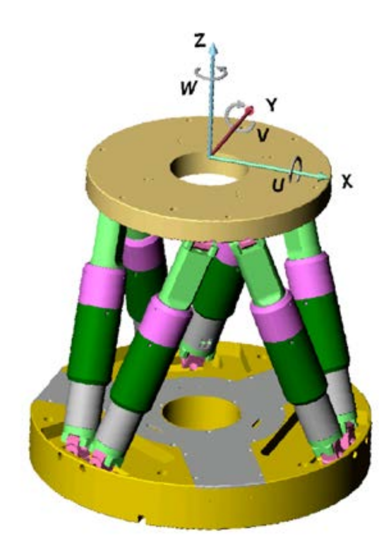


Abbildung 2: XYZ-Koordinatensystem und Rotationen zu den Rotationskoordinaten U, V und W. Das Koordinatensystem ist zur besseren Übersicht oberhalb der Plattform gezeichnet

Translation

Translationen werden im raumfesten XYZ-Koordinatensystem beschrieben. Die Translationsachsen treffen sich im Ursprung des XYZ-Koordinatensystems (0,0,0). Weitere Informationen finden Sie im Glossar (S. 57).

Rotation

Rotationen erfolgen um die Rotationsachsen U, V und W. Die Rotationsachsen treffen sich im Pivotpunkt. Weitere Informationen zum Pivotpunkt finden Sie im Glossar (S. 57).

Im Gegensatz zu den raumfesten Translationsachsen bewegen sich die Rotationsachsen und damit auch der Pivotpunkt mit der Plattform (siehe auch das untenstehende Beispiel zu aufeinanderfolgenden Rotationen).

Eine beliebige Rotation im Raum wird aus den Einzelrotationen in der Reihenfolge U > V > W berechnet.



INFORMATION

Die Maßzeichnung (S. 50) enthält Folgendes:

- Ausrichtung des XYZ-Koordinatensystems
- Lage des Pivotpunkts nach der Referenzfahrt, wenn die Standardeinstellungen des Hexapodcontrollers verwendet werden

Beispiel: Aufeinanderfolgende Rotationen

INFORMATION

Für eine übersichtlichere Darstellung sind die Abbildungen wie folgt angepasst:

- Runde Plattform durch T-förmige Plattform ersetzt
- XYZ-Koordinatensystem versetzt dargestellt
- Pivotpunkt in der oberen linken Ecke der Plattform

1. Die U-Achse wird zur Position 10 kommandiert.

   Die Rotation um die U-Achse verkippt die Rotationsachsen V und W.

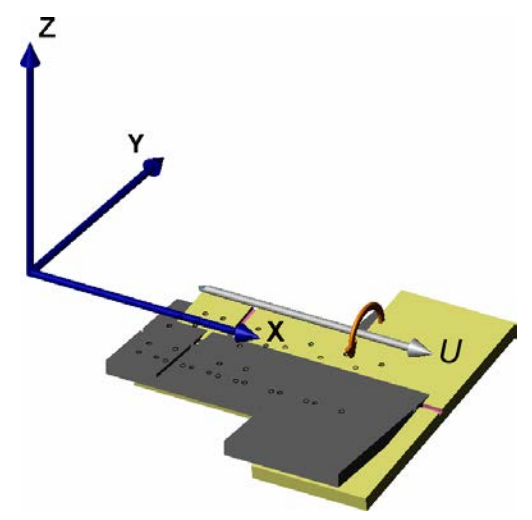


Abbildung 3: Rotation um die U-Achse

- Plattform in Referenzposition (dunkelgrau)
- Plattformposition: U = 10 (U parallel zur raumfesten X-Achse) (gelb)

2. Die V-Achse wird zur Position –10 kommandiert.

   Die Rotation erfolgt um die bei der vorangegangenen Rotation verkippte Rotationsachse V.

   Die Rotation um die V-Achse verkippt die Rotationsachsen U und W.

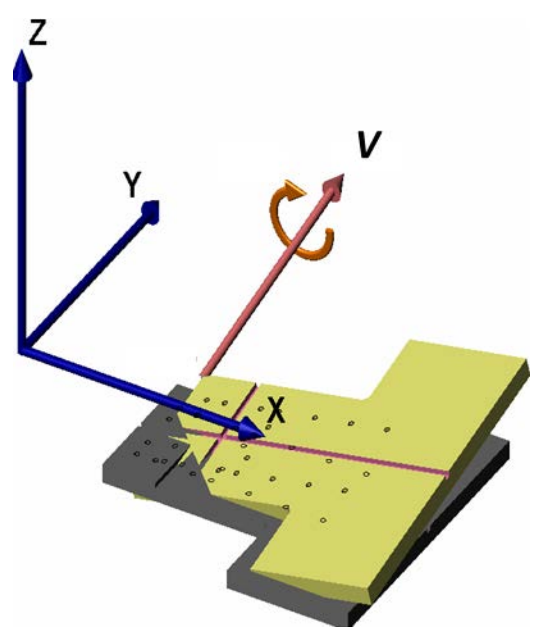


Abbildung 4: Rotation um die V-Achse

- Plattform in Referenzposition
- Plattformposition: U = 10, V = –10 (U und V parallel zur Plattformebene)



3. Die W-Achse wird zur Position 10 kommandiert.

   Die Rotation erfolgt um die bei den vorangegangenen Rotationen verkippte Rotationsachse W. Die W-Achse ist immer senkrecht zur Plattformebene.

   Die Rotation um die W-Achse verkippt die Rotationsachsen U und V.

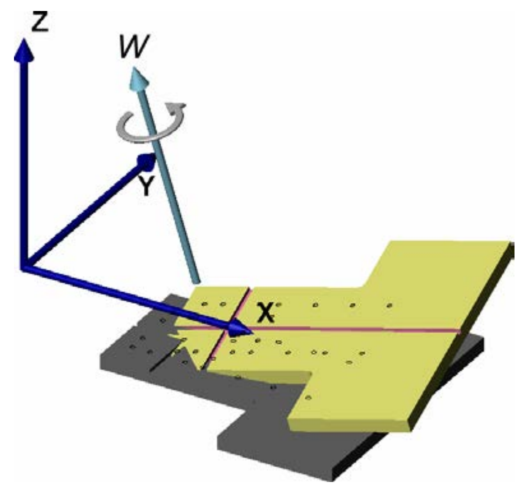


Abbildung 5: Rotation um die W-Achse

- ■ Plattform in Referenzposition
- ■ Plattformposition: U = 10, V = –10, W = 10 (U und V parallel zur Plattformebene, W senkrecht zur Plattformebene)

Weitere Daten zu den Stellwegen finden Sie im Abschnitt "Spezifikationen" (S. 47).

4 Auspacken

Der Hexapod wird in einer speziellen Verpackung mit angepassten Schaumstoffeinsätzen und mit installierter Transportsicherung geliefert.

HINWEIS



Unzulässige mechanische Belastung!

Unzulässige mechanische Belastung kann den Hexapod beschädigen.

- Versenden Sie den Hexapod nur in der Originalverpackung.
- Halten Sie den Hexapod nur an der Transportsicherung oder an der Grundplatte.

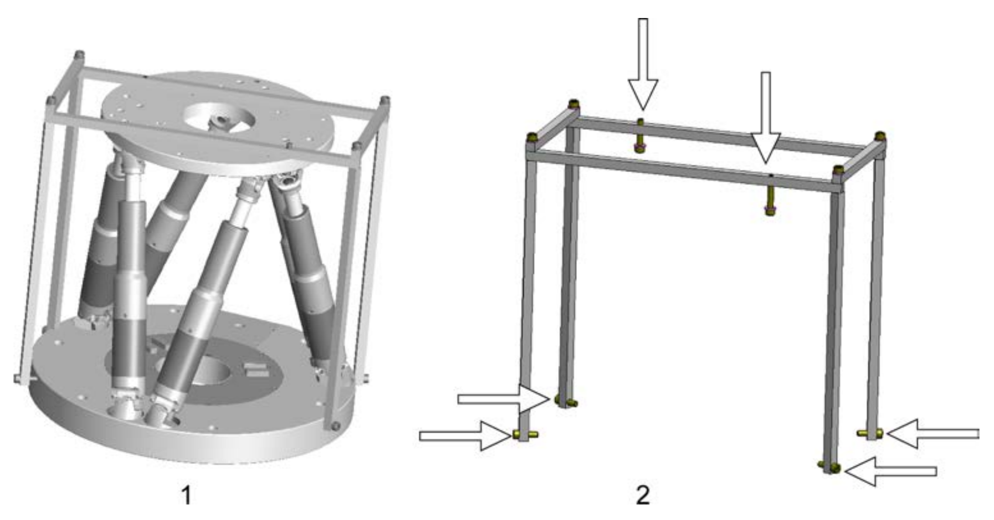


Abbildung 6: Transportsicherung des Hexapods

1 Hexapod mit installierter Transportsicherung

2 Transportsicherung mit Befestigungsschrauben

Werkzeug und Zubehör

- Sechskant-Winkelschraubendreher 5,0 aus dem mitgelieferten Schraubensatz (S. 14).



Hexapod auspacken

1. Öffnen Sie den äußeren Karton.
2. Entfernen Sie die Schaumstoffabdeckung.
3. Öffnen Sie den inneren Karton.
4. Entfernen Sie die Schaumstoffabdeckung.
5. Halten Sie den Hexapod an der Transportsicherung und nehmen Sie ihn aus dem Schaumstoffeinsatz.
6. Vergleichen Sie die erhaltene Lieferung mit dem Inhalt laut Vertrag und mit der Packliste. Bei falsch gelieferten oder fehlenden Teilen wenden Sie sich sofort an PI.
7. Überprüfen Sie den Hexapod auf Anzeichen von Schäden. Bei Anzeichen von Schäden wenden Sie sich sofort an PI.
8. Entfernen Sie die Transportsicherung:
   a) Lösen Sie mit dem Sechskant-Winkelschraubendreher die 4 Schrauben (M6x20), mit denen die Transportsicherung seitlich an der Grundplatte befestigt ist.
   b) Lösen Sie mit dem Sechskant-Winkelschraubendreher die 2 Schrauben (M6x20), mit denen die Transportsicherung an der bewegten Plattform befestigt ist. Die Schraubenköpfe befinden sich auf der Unterseite der bewegten Plattform.
   c) Entfernen Sie die 6 gelösten Schrauben und die zugehörigen Unterlegscheiben aus Kunststoff.
   d) Nehmen Sie die Transportsicherung ab.
9. Bewahren Sie das komplette Verpackungsmaterial und die Transportsicherung für den Fall auf, dass das Produkt später transportiert werden muss.

5 Installation

In diesem Kapitel

5.1 Allgemeine Hinweise zur Installation

Der Hexapod kann in beliebiger Orientierung montiert werden.

HINWEIS



Unzulässige mechanische Belastung und Kollisionen!

Unzulässige mechanische Belastung und Kollisionen zwischen Hexapod, zu bewegender Last und Umgebung können den Hexapod beschädigen.

- ➢ Halten Sie den Hexapod nur an der Grundplatte.
- ➢ Ermitteln Sie vor der Installation der Last den Grenzwert für die Belastung des Hexapods mit einem Simulationsprogramm (S. 24).
  Die mit dem Simulationsprogramm ermittelten Grenzwerte gelten nur, wenn für die Achsen der bewegten Plattform des angeschlossenen Hexapods der Servomodus am Hexapodcontroller eingeschaltet ist.
- ➢ Ermitteln Sie vor der Installation der Last den Arbeitsraum des Hexapods mit einem Simulationsprogramm (S. 24).
  Die Grenzen des Arbeitsraums variieren in Abhängigkeit von der aktuellen Position des Hexapods (Translations- und Rotationskoordinaten) und den aktuellen Pivotpunktkoordinaten.
- ➢ Vermeiden Sie bei der Installation hohe Kräfte und Momente auf die bewegte Plattform.
- ➢ Sorgen Sie für eine unterbrechungsfreie Stromversorgung, um eine ungewollte Deaktivierung des Hexapodsystems und daraus resultierende ungewollte Positionsänderungen des Hexapods zu vermeiden.
- ➢ Stellen Sie sicher, dass im Arbeitsraum des Hexapods keine Kollisionen zwischen Hexapod, zu bewegender Last und Umgebung möglich sind.



INFORMATION
Mit der optional erhältlichen PIVeriMove Software zur Kollisionsprüfung können mögliche Kollisionen zwischen Hexapod, Last und Umgebung rechnerisch überprüft werden. Die Verwendung der Software wird empfohlen, wenn der Hexapod sich in einem eingeschränkten Einbauraum befindet und/oder mit einer räumlich einschränkenden Last betrieben wird. Details zur Freischaltung und Konfiguration der PIVeriMove Software zur Kollisionsprüfung siehe Technical Note C887T0002 (im Lieferumfang der Software).

5.2 Zulässige Belastung und Arbeitsraum ermitteln

Werkzeug und Zubehör

- PC mit Windows Betriebssystem, auf dem das Simulationsprogramm Hexapod Simulation Software installiert ist. Weitere Informationen finden Sie im Handbuch des Hexapodcontrollers.

Arbeitsraum und zulässige Belastung des Hexapods ermitteln

➢ Folgen Sie den Anweisungen im Handbuch des Hexapodcontrollers, um mit dem Simulationsprogramm den Arbeitsraum und den Grenzwert für die Belastung des Hexapods zu ermitteln.

Die Grenzwerte in der nachfolgenden Tabelle dienen zur Orientierung. Sie gelten nur, wenn der Massenschwerpunkt im Ursprung des XYZ-Koordinatensystems (0,0,0) liegt.

	Servomodus für Hexapod eingeschaltet – max. Belastbarkeit		**Servomodus für Hexapod ausgeschaltet – max. Haltekraft**	
Montagestellung der Grundplatte	horizontal montiert	beliebig montiert	horizontal montiert	beliebig montiert
H-840.G1	30 kg	10 kg	100 N	25 N
H-840.D1	10 kg	3 kg	15 N	5 N

Wenn Sie Unterstützung beim Ermitteln des Grenzwerts für die Belastung oder beim Ermitteln des Arbeitsraums benötigen:

➢ Wenden Sie sich an unseren Kundendienst (S. 45).

5.3 Klappferrit anbringen



Abbildung 7: Stromversorgungskabel des Hexapods mit Klappferrit

1 *Stromversorgungskabel des Hexapods*
2 *Klappferrit 000015165*
3 *M12-Stecker (zum Anschluss an den Controller)*

INFORMATION

Im Lieferumfang des Hexapodsystems ist der Klappferrit 000015165 enthalten. Der Klappferrit ist für das dauerhafte Anbringen am Stromversorgungskabel des Hexapods vorgesehen. Durch den Klappferrit wird die elektromagnetische Verträglichkeit des Hexapodsystems sichergestellt.

- Achten Sie beim Anbringen des Klappferrits auf die korrekte Positionierung am Kabel. Der Klappferrit kann nur mit Spezialwerkzeug wieder gelöst werden (nicht im Lieferumfang enthalten).
- Bringen Sie den Klappferrit am Stromversorgungskabel des Hexapods an, bevor Sie den Hexapod zum ersten Mal an den Hexapodcontroller anschließen.

Werkzeug und Zubehör

- Klappferrit 000015165, im Lieferumfang (S. 14)

Klappferrit dauerhaft anbringen

1. Legen Sie das Stromversorgungskabel des Hexapods dicht hinter dem M12-Stecker, der zum Anschluss an den Controller vorgesehen ist, in den aufgeklappten Klappferrit ein (siehe Abbildung).
2. Schließen Sie den Klappferrit:
   a) Richten Sie das Kabel so aus, dass es beim Schließen des Klappferrits nicht gequetscht wird.
   b) Drücken Sie die beiden Hälften des Klappferrits um das Kabel herum vorsichtig zusammen, bis die Verriegelung einrastet.

5.4 Hexapod erden

Der Hexapod ist nicht über das Stromversorgungskabel geerdet. Wenn eine Funktionserdung zum Potentialausgleich erforderlich ist:

1. Schließen Sie die Grundplatte an das Erdungssystem an:
   - Verwenden Sie zum Anschließen das mitgelieferte Zubehör (S. 14) und die mit dem Symbol für den Erdanschluss gekennzeichnete Bohrung M4 mit Tiefe 8 mm (S. 50).
   - Wenn in der Grundplatte keine Bohrung M4 mit Tiefe 8 mm vorhanden ist, verwenden Sie zum Anschließen eine der seitlich angebrachten Bohrungen M6 zur Befestigung der Transportsicherung (S. 21).
2. Schließen Sie die bewegte Plattform an das Erdungssystem an:
   - Verwenden Sie zum Anschließen eine der Montagebohrungen in der bewegten Plattform (S. 50).
     oder
   - Wenn die bewegte Plattform und die Last leitend miteinander verbunden sind, schließen Sie die Last an das Erdungssystem an.

5.5 Hexapod auf Unterlage befestigen

HINWEIS



Unzulässige mechanische Belastung!

Unzulässige mechanische Belastung kann den Hexapod beschädigen.

➢ Halten Sie den Hexapod nur an der Grundplatte.

HINWEIS



Verspannen der Grundplatte!

Ungeeignete Montage kann die Grundplatte verspannen. Ein Verspannen der Grundplatte verringert die Genauigkeit.

➢ Montieren Sie den Hexapod auf ebener Grundfläche. Die empfohlene Ebenheit der Grundfläche beträgt 300 µm.

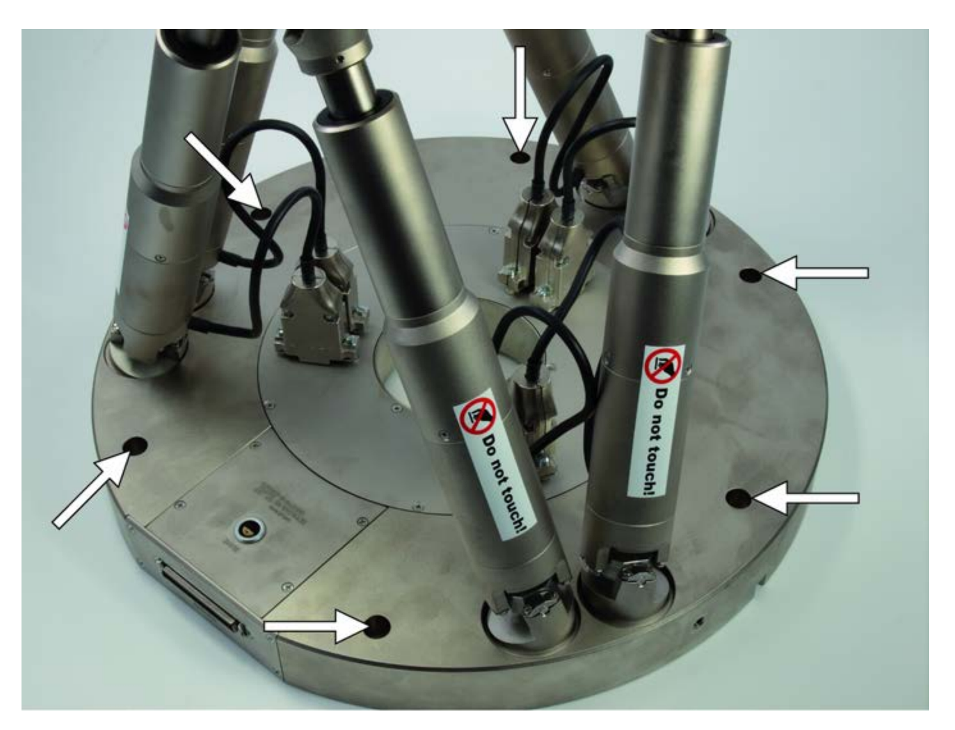


Abbildung 8: Montagebohrungen in der Grundplatte

Voraussetzung

✓ Sie haben die allgemeinen Hinweise zur Installation gelesen und verstanden (S. 23).

Werkzeug und Zubehör

- Sechskant-Winkelschraubendreher 5,0 und sechs der mitgelieferten Schrauben (S. 14).
- Optional: zwei Passstifte zur einfachen Ausrichtung des Hexapods, geeignet für Bohrungen mit Ø 8 mm H7, nicht im Lieferumfang

Hexapod befestigen

1. Bringen Sie in die Unterlage die erforderlichen Bohrungen ein:
   - Sechs M6-Gewindebohrungen für die Montage mit Schrauben M6x30
   - Optional: Zwei Passbohrungen mit Ø 8 mm H7 für die Aufnahme von Passstiften

Die Anordnung der sechs Montagebohrungen sowie der zwei Passbohrungen in der Grundplatte des Hexapods können Sie der Maßzeichnung (S. 50) entnehmen. Die Passbohrungen sind an der Unterseite der Grundplatte angebracht (Beschriftung in der Maßzeichnung: "bottom side").

2. Wenn Sie Passstifte verwenden, um den Hexapod auszurichten:
   a) Führen Sie die Passstifte in die Passbohrungen im Hexapod oder in der Unterlage ein.
   b) Setzen Sie den Hexapod so auf die Unterlage, dass die Passstifte in die entsprechenden Passbohrungen auf der Gegenseite eingefügt werden.
3. Befestigen Sie den Hexapod an den sechs Montagebohrungen in der Grundplatte mit den mitgelieferten Schrauben.

5.6 Last auf Hexapod befestigen

HINWEIS



Unzulässige mechanische Belastung und Kollisionen!

Unzulässige mechanische Belastung und Kollisionen zwischen Hexapod, zu bewegender Last und Umgebung können den Hexapod beschädigen.

- ➢ Stellen Sie sicher, dass die installierte Last den aus der Belastungsprüfung (S. 24) resultierenden Grenzwert einhält.
- ➢ Vermeiden Sie bei der Installation hohe Kräfte und Momente auf die bewegte Plattform.
- ➢ Stellen Sie sicher, dass im Arbeitsraum des Hexapods keine Kollisionen zwischen Hexapod, zu bewegender Last und Umgebung möglich sind.

HINWEIS



Zu lange Schrauben!

Zu tief eingebrachte Schrauben können den Hexapod beschädigen.

- ➢ Beachten Sie bei der Wahl der Schraubenlänge die Dicke der bewegten Plattform bzw. die Tiefe der Montagebohrungen (S. 50) zusammen mit der zu montierenden Last.
- ➢ Verwenden Sie nur Schrauben, die nach dem Einschrauben nicht unter der bewegten Plattform herausragen.
- ➢ Befestigen Sie den Hexapod und die Last nur an den dafür vorgesehenen Montagevorrichtungen (Bohrungen).



Abbildung 9: Montagebohrungen in der bewegten Plattform

1 4 x M6 Bohrungen mit Tiefe 5 mm
2 4 x M4 Bohrungen mit Tiefe 5 mm
3 6 x M8 Durchgangsbohrungen

Voraussetzungen

✓ Sie haben die allgemeinen Hinweise zur Installation gelesen und verstanden (S. 23).

✓ Sie haben die zulässige Belastung und den Arbeitsraum des Hexapods ermittelt (S. 24).

✓ Sie haben die Last und die Umgebung des Hexapods so gestaltet, dass die zulässige Belastung des Hexapods eingehalten wird und keine Kollisionen auftreten können.

Werkzeug und Zubehör

- Schrauben geeigneter Länge. Optionen:
  - 4 Schrauben M4
  - 4 Schrauben M6
  - 6 Senkkopfschrauben M8
- Geeignetes Werkzeug zur Befestigung der Schrauben
- Optional: zwei Passstifte zur einfachen Ausrichtung der Last auf dem Hexapod, geeignet für Bohrungen mit Ø 8 mm H7 und Tiefe 5 mm; Passstifte nicht im Lieferumfang



Last befestigen

1. Richten Sie die Last so aus, dass die ausgewählten Montagebohrungen in der bewegten Plattform für die Befestigung verwendet werden können.

   Wenn Sie Passstifte verwenden, um die Last auszurichten:

   a) Bringen Sie in die Last zwei Passbohrungen mit Ø 8 mm H7 für die Aufnahme von Passstiften ein.
   b) Führen Sie die Passstifte in die Passbohrungen in der bewegten Plattform oder in der Last ein.
   c) Setzen Sie die Last so auf die bewegte Plattform , dass die Passstifte in die entsprechenden Passbohrungen auf der Gegenseite eingefügt werden.

   Die Anordnung der Montage- und Passbohrungen in der bewegten Plattform des Hexapods können Sie der Maßzeichnung (S. 50) sowie der entsprechenden Abbildung entnehmen.

2. Befestigen Sie die Last mit den Schrauben an den ausgewählten Montagebohrungen in der bewegten Plattform.

5.7 Kabelsatz an Hexapod anschließen

5.7.1 Standardkabelsatz C-887.A03 anschließen

Voraussetzungen

✓ Der Kabelsatz ist **nicht** am Hexapodcontroller angeschlossen.

Werkzeug und Zubehör

- Kabelsatz C-887.A03, der zum Hexapodsystem gehört (S. 12)

Standardkabelsatz C-887.A03 an Hexapod anschließen

1. Schließen Sie das Datenübertragungskabel an die MDR68 Buchse in der Grundplatte des Hexapods an:

   a) Drücken Sie die Schnappverschlüsse an beiden Seiten des Steckers zusammen.
   b) Führen Sie den Stecker in die Buchse am Hexapod ein.
   c) Prüfen Sie den korrekten Sitz des Steckers.
   d) Lassen Sie die Schnappverschlüsse los.

2. Schließen Sie die um 90° abgewinkelte M12-Buchse des Stromversorgungskabels am 4-poligen M12-Einbaustecker in der Grundplatte des Hexapods an.
   - Beachten Sie die mechanische Kodierung von Stecker und Buchse.
   - Wenden Sie keine Gewalt an.

5.7.2 Kabelsatz mit Leitungstreiberboxen an Hexapod anschließen

Voraussetzungen

✓ Der Kabelsatz ist **nicht** am Hexapodcontroller angeschlossen.

Werkzeug und Zubehör

- Langer Kabelsatz mit zwei Leitungstreiberboxen; erhältlich als optionales Zubehör (S. 15).

Kabelsatz mit Leitungstreiberboxen an Hexapod anschließen

➢ Verbinden Sie Hexapod und Kabelsatz wie im untenstehenden Anschlussschema abgebildet miteinander.
   - Achten Sie auf die Zuordnung, die durch die Beschriftung von Buchsen, Steckern und Kabeln vorgegeben ist.
   - Gehen Sie bei der Handhabung der Stecker vor wie in "Standardkabelsatz C-887.A03 anschließen" (S. 30) beschrieben.

➢ Schließen Sie den Kabelsatz **noch nicht** am Hexapodcontroller an.



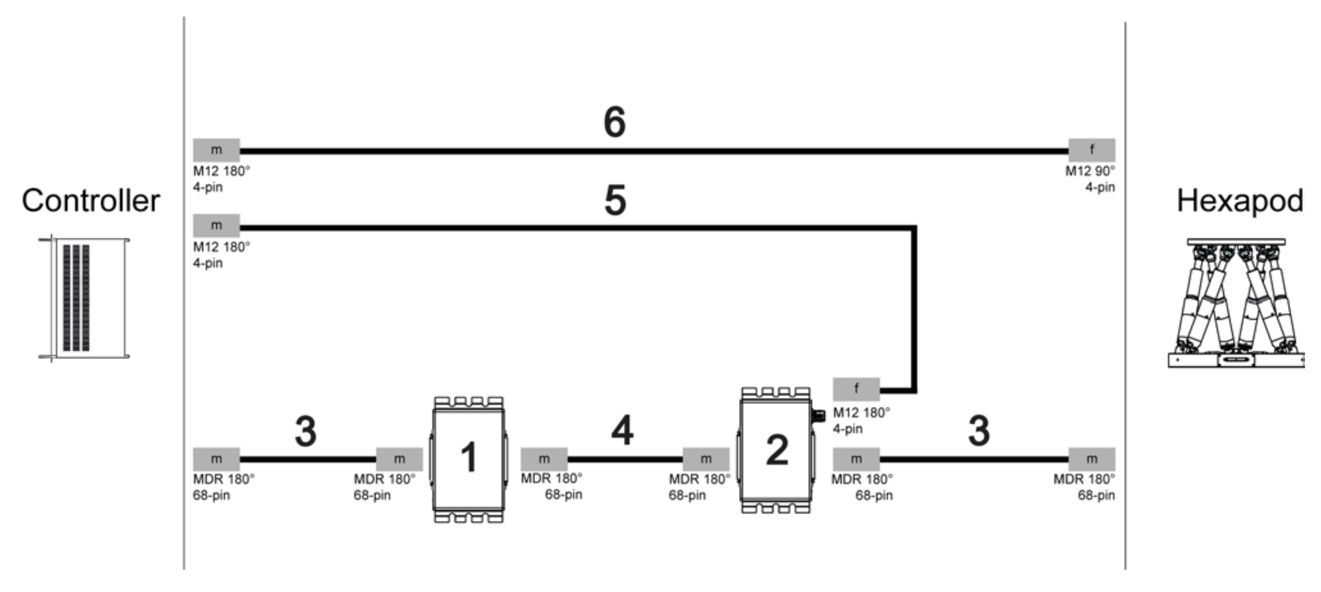


Abbildung 10: Anschlussschema Kabelsatz mit Leitungstreiberboxen

1	*Leitungstreiberbox für Datenübertragungskabel, controllerseitig*
2	*Leitungstreiberbox für Datenübertragungskabel, Hexapod-seitig*
3	*Kurzes Datenübertragungskabel MDR68 auf MDR68 1:1 (3 m)*
4	*Langes Datenübertragungskabel MDR68 auf MDR68 1:1*
5	*Stromversorgungskabel für Leitungstreiberbox, mit M12-Kupplung/M12-Stecker*
6	*Stromversorgungskabel für Hexapod, mit M12-Kupplung/M12-Stecker*

➢ Für die Länge der Kabel 4, 5 und 6 und die Artikelnummern der Komponenten siehe "Optionales Zubehör" (S. 15).

6 Inbetriebnahme

In diesem Kapitel

6.1 Allgemeine Hinweise zur Inbetriebnahme

VORSICHT



Quetschgefahr durch bewegte Teile!

Zwischen den bewegten Teilen des Hexapods und einem feststehenden Teil oder Hindernis besteht die Gefahr von leichten Verletzungen durch Quetschung.

- ➢ Halten Sie Ihre Finger von Bereichen fern, in denen sie von bewegten Teilen erfasst werden können.

HINWEIS



Falsche Konfiguration des Hexapodcontrollers!

Die vom Hexapodcontroller verwendeten Konfigurationsdaten (z. B. Geometriedaten und Regelungsparameter) müssen auf den Hexapod abgestimmt sein. Bei Verwendung falscher Konfigurationsdaten kann der Hexapod durch unkontrollierte Bewegungen oder Kollisionen beschädigt werden. Das Abstimmen der Konfigurationsdaten findet vor der Auslieferung statt.

- ➢ Prüfen Sie, ob der Hexapodcontroller zum Hexapod passt. Ein Aufkleber auf der Rückseite des Controllers gibt an, auf welchen Hexapod der Controller abgestimmt ist.
- ➢ Wenn Sie die Kommunikation über TCP/IP oder RS-232 hergestellt haben oder die Bedienoberfläche des C-887 verwenden, senden Sie den Befehl `CST?`. Die Antwort zeigt an, auf welchen Hexapod der Controller abgestimmt ist.
- ➢ Betreiben Sie den Hexapod nur mit einem Hexapodcontroller, dessen Konfigurationsdaten auf den Hexapod abgestimmt sind.

HINWEIS



Schäden durch Kollisionen!

Kollisionen können den Hexapod, die zu bewegende Last und die Umgebung beschädigen.

- ➢ Stellen Sie sicher, dass im Arbeitsraum des Hexapods keine Kollisionen zwischen Hexapod, zu bewegender Last und Umgebung möglich sind.
- ➢ Platzieren Sie keine Gegenstände in Bereichen, in denen sie von bewegten Teilen erfasst werden können.
- ➢ Halten Sie bei einer Fehlfunktion des Hexapodcontrollers die Bewegung sofort an.

HINWEIS



Schäden durch nicht entfernte Transportsicherung!

Wenn die Transportsicherung (S. 21) des Hexapods nicht entfernt wurde und eine Bewegung kommandiert wird, können Schäden am Hexapod entstehen.

- ➢ Entfernen Sie die Transportsicherung, bevor Sie das Hexapodsystem in Betrieb nehmen.

6.2 Hexapodsystem in Betrieb nehmen

Voraussetzung

- ✓ Sie haben die allgemeinen Hinweise zur Inbetriebnahme gelesen und verstanden (S. 33).
- ✓ Sie haben den Hexapod korrekt installiert, d. h. entsprechend den Anweisungen in "Installation" (S. 23) den Hexapod auf einer Unterlage befestigt und die Last auf dem Hexapod befestigt.
- ✓ Sie haben das Benutzerhandbuch des Hexapodcontrollers gelesen und verstanden.

Zubehör

- Hexapodcontroller, der zum Hexapodsystem gehört
- PC mit geeigneter Software (siehe Benutzerhandbuch des Hexapodcontrollers)

Hexapodsystem in Betrieb nehmen

1. Schließen Sie den Hexapod am Hexapodcontroller an (siehe Benutzerhandbuch des Hexapodcontrollers).
2. Nehmen Sie den Hexapodcontroller in Betrieb (siehe Benutzerhandbuch des Hexapodcontrollers).
3. Steuern Sie einige Bewegungszyklen zum Test (siehe Benutzerhandbuch des Hexapodcontrollers).

7 Wartung

In diesem Kapitel

HINWEIS



Schäden durch falsche Wartung!

Der Hexapod kann durch falsche Wartung dejustiert werden. Dadurch können sich die Spezifikationen ändern (S. 47).

➢ Lösen Sie Schrauben nur entsprechend den Anleitungen in diesem Handbuch.

Abhängig von den Einsatzbedingungen und der Einsatzdauer des Hexapods sind die folgenden Wartungsmaßnahmen erforderlich.

7.1 Wartungsfahrt durchführen

Häufige Bewegungen über einen eingeschränkten Stellweg können dazu führen, dass das Schmiermittel auf der Antriebsspindel ungleichmäßig verteilt ist.

➢ Führen Sie in regelmäßigen Abständen eine Wartungsfahrt über den gesamten Stellweg durch (siehe Benutzerhandbuch des Hexapodcontrollers). Je öfter Bewegungen über einen eingeschränkten Stellweg durchgeführt werden, desto kürzer muss der zeitliche Abstand der Wartungsfahrten sein.

7.2 Hexapod für den Transport verpacken

HINWEIS



Unzulässige mechanische Belastung!

Unzulässige mechanische Belastung kann den Hexapod beschädigen.

- Versenden Sie den Hexapod nur in der Originalverpackung.
- Halten Sie den Hexapod nur an der Transportsicherung oder an der Grundplatte.

HINWEIS



Schäden durch Anwendung hoher Kräfte!

Hexapodbeine mit Direktantrieb können im Fehlerfall vorsichtig von Hand bewegt werden. Blockierte Beine können durch Gewaltanwendung beschädigt werden.

- Wenn ein oder mehrere Beine des Hexapods blockiert sind, bewegen Sie den Hexapod **nicht** von Hand.
- Wenn Sie den Hexapod von Hand bewegen, vermeiden Sie die Anwendung hoher Kräfte.

Zubehör

- Originalverpackung (S. 14)
- Transportsicherung (S. 21)

Hexapod verpacken

1. Kommandieren Sie eine Bewegung des Hexapods zur Transportposition:
   X = Y = U = V = 0
   Z = – 9,6
   W = 2,6
2. Deinstallieren Sie das Hexapodsystem:
   a) Entfernen Sie die Last von der bewegten Plattform des Hexapods.
   b) Schalten Sie den Hexapodcontroller aus.
   c) Entfernen Sie das Datenübertragungskabel und das Stromversorgungskabel vom Hexapodcontroller und vom Hexapod.
   d) Lösen Sie die sechs Schrauben M6x30, mit denen der Hexapod auf der Unterlage befestigt ist.
   e) Entfernen Sie die sechs Schrauben M6x30.



Abbildung 11: Transportsicherung an der bewegten Plattform

1 Transportsicherung
2 Bewegte Plattform
3 Unterlegscheibe aus Kunststoff

3. Positionieren Sie die Transportsicherung (1) so auf dem Hexapod, dass die Bohrungen in den Streben der Transportsicherung über den entsprechenden Bohrungen in der bewegten Plattform (2) und der Grundplatte des Hexapods liegen (siehe Abbildungen in „Auspacken“ (S. 21))
   Bei defektem Hexapodsystem sind die Bohrungen in Hexapod und Transportsicherung möglicherweise nicht deckungsgleich, weil der Hexapod die Transportposition nicht erreicht hat:
   – Modell mit Direktantrieb, Beine nicht blockiert:
     Versuchen Sie den Hexapod vorsichtig von Hand so zu bewegen, dass die Transportsicherung angebracht werden kann.
   – Modell mit DC-Getriebemotor oder Beine blockiert:
     Verzichten Sie auf das Anbringen der Transportsicherung und fahren Sie mit Schritt 7 fort.
4. Schieben Sie die Unterlegscheiben (3) aus Kunststoff zwischen die Bohrungen in Hexapod und Transportsicherung.
5. Befestigen Sie die Transportsicherung mit 2 Schrauben (M6x20) an der bewegten Plattform. Die Schraubenköpfe müssen sich auf der Unterseite der bewegten Plattform befinden.





Abbildung 12: Transportsicherung an der Grundplatte

6. Befestigen Sie die Transportsicherung mit 4 Schrauben (M6x20) seitlich an der Grundplatte (siehe Abbildung).
7. Verpacken Sie den Hexapod zum Schutz vor Verschmutzung in einer Plastikfolie.
8. Öffnen Sie den äußeren Karton.
9. Entfernen Sie die Schaumstoffabdeckung.
10. Öffnen Sie den inneren Karton.
11. Entfernen Sie die Schaumstoffabdeckung.
12. Halten Sie den Hexapod an der Transportsicherung oder an der Grundplatte und setzen Sie ihn in den Schaumstoffeinsatz des inneren Kartons.
    Wenn die Transportsicherung nicht angebracht werden konnte:
    – Stabilisieren Sie den Hexapod durch Hinzufügen zusätzlicher Verpackungsmaterialien, z. B. durch Schaumstoffeinlagen.
13. Setzen Sie die Schaumstoffabdeckung in den inneren Karton ein.
14. Schließen Sie den inneren Karton.
15. Setzen Sie die Schaumstoffabdeckung in den äußeren Karton ein.
16. Schließen Sie den äußeren Karton.
17. Befestigen Sie den Karton auf der Palette.

7.3 Hexapod reinigen

Voraussetzungen

- ✓ Sie haben den Hexapod vom Controller getrennt.

Hexapod reinigen

- ➢ Wenn notwendig, reinigen Sie die Oberflächen des Hexapods mit einem Tuch, das leicht mit einem milden Reinigungs- oder Desinfektionsmittel angefeuchtet wurde.
- ➢ Verwenden Sie **keine** organischen Lösungsmittel.

8 Störungsbehebung

Störung	Mögliche Ursachen	Behebung
Unerwartetes Verhalten des Hexapods.	▪ Kabel defekt ▪ Steck- oder Lötverbindung gelöst	➢ Überprüfen Sie Datenübertragungs- und Stromversorgungskabel. ➢ Ersetzen Sie die Kabel durch Kabel gleichen Typs und testen Sie die Funktion des Hexapods. ➢ Wenden Sie sich an unseren Kundendienst (S. 45).
Der Hexapod erreicht nicht die spezifizierte Genauigkeit.	Verspannte Grundplatte	➢ Montieren Sie den Hexapod auf einer ebenen Grundfläche (S. 26). Die empfohlene Ebenheit der Grundfläche beträgt 300 µm.
	Erhöhter Verschleiß aufgrund kleiner Bewegungen über einen langen Zeitraum	➢ Führen Sie eine Wartungsfahrt über den gesamten Stellweg durch (S. 37).
Der Hexapod bewegt sich nicht.	▪ Verschleiß der Antriebsspindel ▪ Fremdkörper ist in die Antriebsspindel geraten ▪ Motor defekt ▪ Gelenk gebrochen oder blockiert ▪ Encoder verschmutzt	➢ Führen Sie einen Beintest durch (siehe Benutzerhandbuch des Hexapodcontrollers). Führen Sie den Beintest in der Referenzposition durch, sofern die Störung nicht in maximaler oder minimaler Auslenkung der Plattform in Z auftritt. ➢ Wenden Sie sich an unseren Kundendienst (S. 45).

Wenn die Störung Ihres Hexapods nicht in der Tabelle aufgeführt ist oder wenn sie nicht wie beschrieben behoben werden kann, kontaktieren Sie unseren Kundendienst (S. 45).

9 Kundendienst

Wenden Sie sich bei Fragen und Bestellungen an Ihre PI-Vertretung oder schreiben Sie uns eine E-Mail (mailto:info@pi.ws).

Geben Sie bei Fragen zu Ihrem System folgende Systeminformationen an:

- Produktcodes und Seriennummern von allen Produkten im System
- Firmwareversion des Controllers (sofern vorhanden)
- Version des Treibers oder der Software (sofern vorhanden)
- PC-Betriebssystem (sofern vorhanden)

Die aktuellen Versionen der Benutzerhandbücher stehen auf unserer Website zum Herunterladen (S. 3) bereit.

10 Technische Daten

In diesem Kapitel

10.1 Spezifikationen

10.1.1 Datentabelle

	H-840.G1x	H-840.D1x	Einheit	Toleranz
	für hohe Lasten und Haltekräfte	für höhere Geschwindigkeiten		
Aktive Achsen	X, Y, Z, θ_X, θ_Y, θ_Z	X, Y, Z, θ_X, θ_Y, θ_Z		
Bewegung und Positionieren				
Stellweg* X, Y	±50	±50	mm	
Stellweg* Z	±25	±25	mm	
Stellweg* θ_X, θ_Y	±15	±15	°	
Stellweg* θ_Z	±30	±30	°	
Rechnerische Aktorauflösung	0,017	0,5	µm	
Kleinste Schrittweite X, Y	1	3	µm	typ.
Kleinste Schrittweite Z	0,5	1	µm	typ.
Kleinste Schrittweite θ_X, θ_Y, θ_Z	5	5	µrad	typ.
Umkehrspiel X, Y	7	7	µm	typ.
Umkehrspiel Z	2	2	µm	typ.
Umkehrspiel θ_X, θ_Y	30	30	µrad	typ.
Umkehrspiel θ_Z	60	60	µrad	typ.
Wiederholgenauigkeit X, Y	±0,5	±0,5	µm	typ.
Wiederholgenauigkeit Z	±0,4	±0,4	µm	typ.
Wiederholgenauigkeit θ_X, θ_Y	±7	±7	µrad	typ.
Wiederholgenauigkeit θ_Z	±12	±12	µrad	typ.



Max. Geschwindigkeit X, Y, Z	2,5	50	mm/s	
Max. Geschwindigkeit θ_X, θ_Y, θ_Z	30	600	mrad/s	
Typ. Geschwindigkeit X, Y, Z	2	30	mm/s	
Typ. Geschwindigkeit θ_X, θ_Y, θ_Z	20	300	mrad/s	
Mechanische Eigenschaften				
Belastbarkeit (Grundplatte horizontal / beliebig)	30 / 10	10 / 3	kg	max.
Haltekraft, unbestromt (Grundplatte horizontal / beliebig)	100 / 25	15 / 5	N	max.
Motortyp	DC-Getriebemotor	DC-Motor		
Anschlüsse und Umgebung				
Betriebstemperaturbereich	-10 bis 50	-10 bis 50	°C	
Material	Aluminium	Aluminium		
Masse	12	12	kg	±5 %
Kabellänge	3	3	m	±10 mm

Technische Daten werden bei 20±3 °C spezifiziert.

Sonderausführungen auf Anfrage.

* Die maximalen Stellwege der einzelnen Koordinaten (X, Y, Z, θ_X, θ_Y, θ_Z) sind voneinander abhängig. Die genannten Daten geben den maximalen Stellweg einzelner Achsen an, bei denen alle anderen Achsen und der Pivotpunkt auf Referenzposition stehen.

10.1.2 Bemessungsdaten

Der Hexapod ist für folgende Betriebsgrößen ausgelegt:

Maximale Betriebs-spannung	**Maximale Betriebs-frequenz (unbelastet)**	**Maximale Stromauf-nahme**
24 V DC	⎓	5 A

10.2 Umgebungsbedingungen und Klassifizierungen

Verschmutzungsgrad:	2
Transporttemperatur:	–25 °C bis +85 °C
Lagertemperatur:	0 °C bis 70 °C
Luftfeuchte:	Höchste relative Luftfeuchte 80 % bei Temperaturen bis 31 °C, linear abnehmend bis relative Luftfeuchte 50 % bei 40 °C
Schutzart gemäß IEC 60529:	IP20
Einsatzbereich:	Nur zur Verwendung in Innenräumen
Maximale Höhe:	2000 m



10.3 Abmessungen

Alle Abbildungen zeigen den Hexapod in Referenzposition. Abmessungen in mm

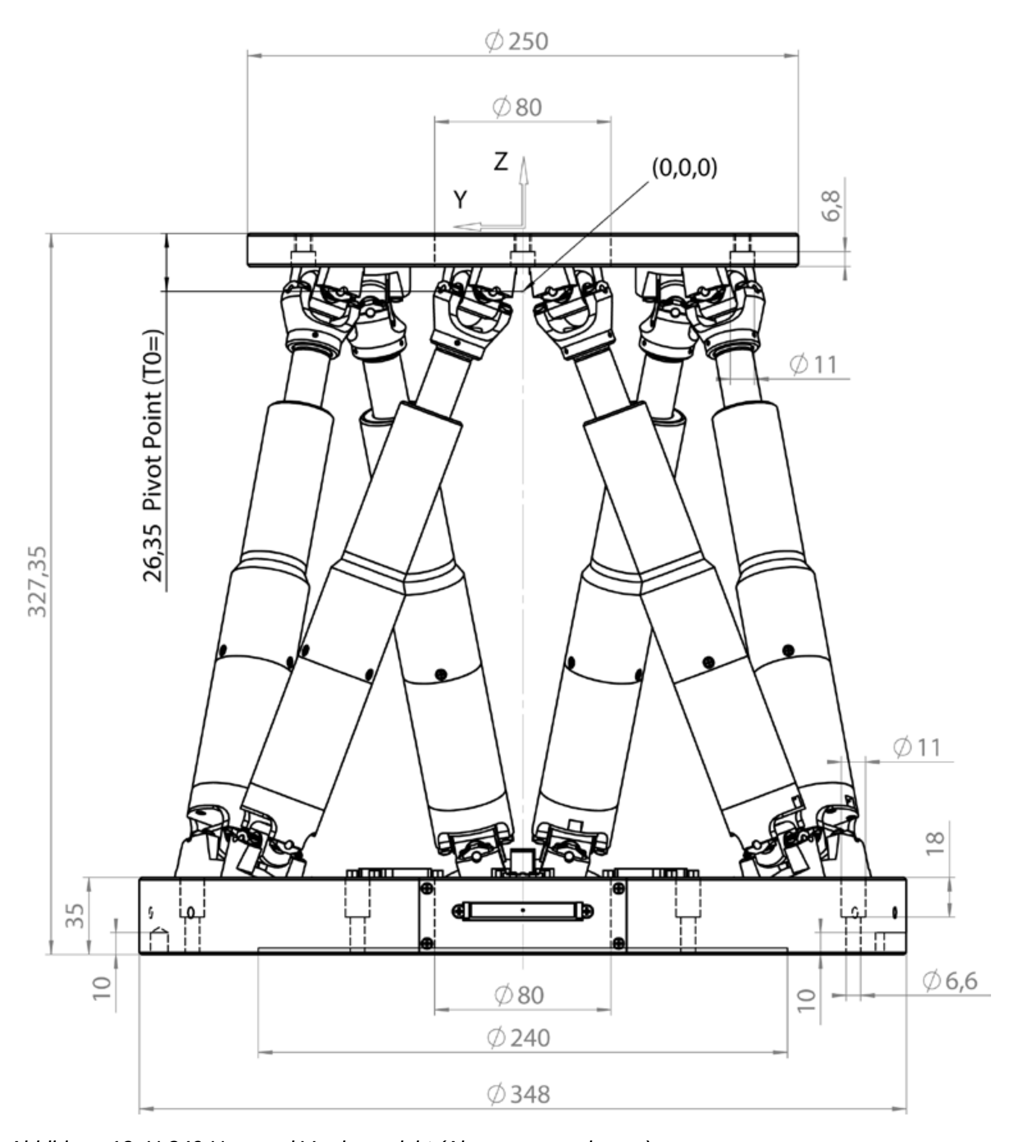


Abbildung 13: H-840 Hexapod Vorderansicht (Abmessungen in mm)

Die (0,0,0)-Koordinaten bezeichnen den Ursprung des XYZ-Koordinatensystems. Wenn die Standardeinstellungen des Hexapodcontrollers verwendet werden und sich der Hexapod in der Referenzposition befindet, liegt der Pivotpunkt im Ursprung des XYZ-Koordinatensystems.

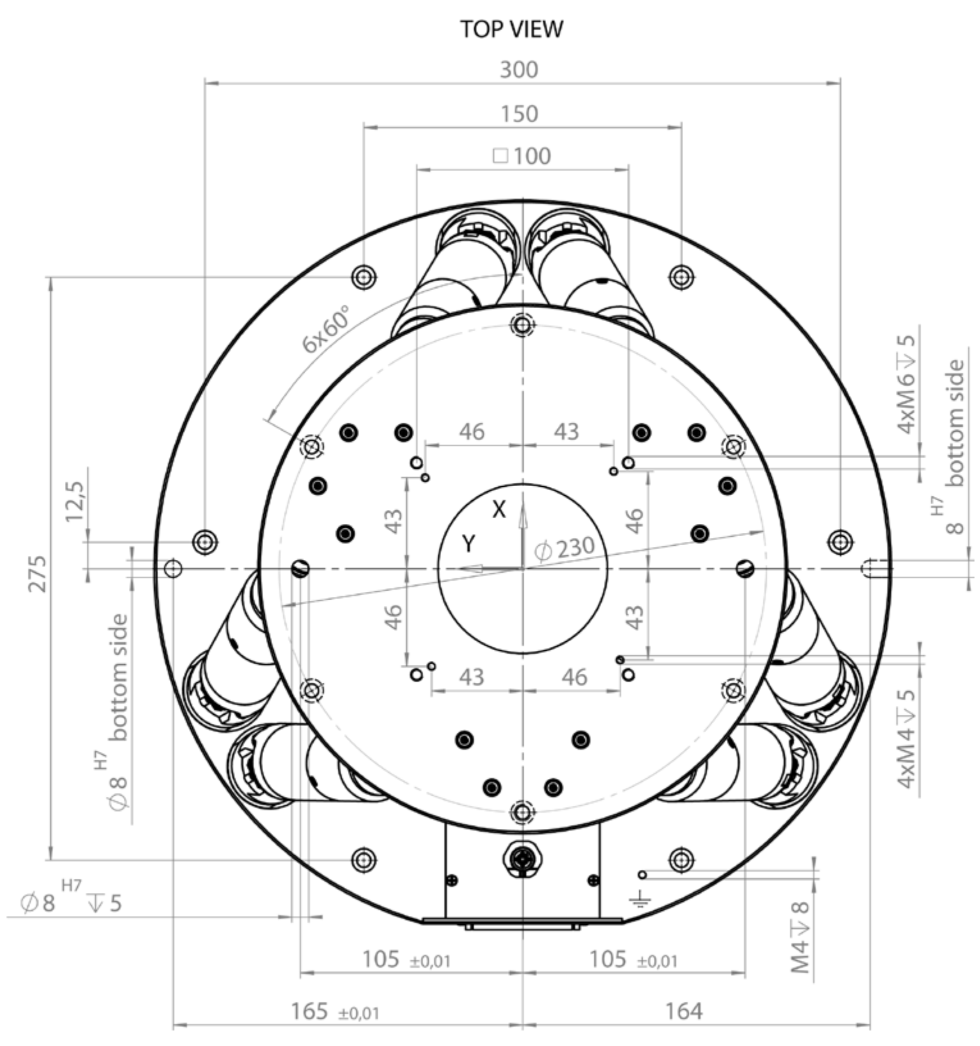


Abbildung 14: H-840 Hexapod Draufsicht (Abmessungen in mm)



10.4 Pinbelegung

10.4.1 Anschluss zur Stromversorgung

Stromversorgung über 4-poligen, A-codierten M12-Einbaustecker

Pin	Funktion	
1	GND	
2	GND	
3	24 V DC	
4	24 V DC	

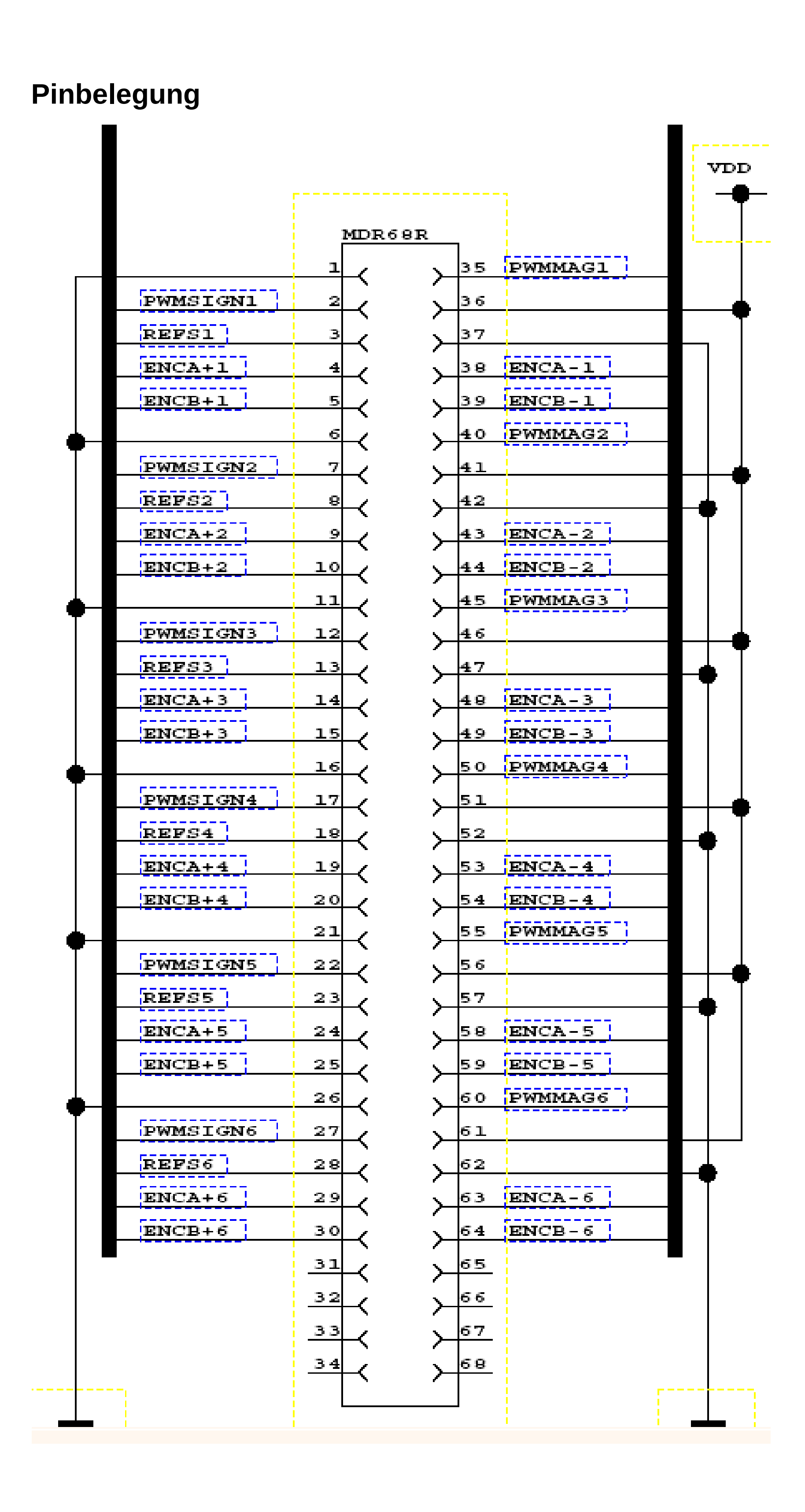
10.4.2 Anschluss zur Datenübertragung

Datenübertragung zwischen Hexapod und Hexapodcontroller

Buchse MDR68

Funktion	Buchse
Alle Signale: TTL	

Pinbelegung



11 Altgerät entsorgen

Nach geltendem EU-Recht dürfen Elektrogeräte in den Mitgliedsstaaten der EU nicht über den kommunalen Restmüll entsorgt werden.

Entsorgen Sie das Altgerät unter Beachtung der internationalen, nationalen und regionalen Richtlinien.

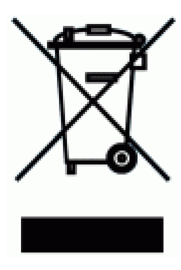
Um der Produktverantwortung als Hersteller gerecht zu werden, übernimmt die Physik Instrumente (PI) GmbH & Co. KG kostenfrei die umweltgerechte Entsorgung eines PI-Altgerätes, sofern es nach dem 13. August 2005 in Verkehr gebracht wurde.

Falls Sie ein solches Altgerät von PI besitzen, können Sie es versandkostenfrei an folgende Adresse senden:

Physik Instrumente (PI) GmbH & Co. KG

Auf der Römerstr. 1

D-76228 Karlsruhe



12 Glossar

Arbeitsraum

Die Gesamtheit aller Kombinationen von Translationen und Rotationen, die der Hexapod von der aktuellen Position aus anfahren kann, wird als Arbeitsraum bezeichnet.

Der Arbeitsraum kann durch folgende externe Faktoren eingeschränkt werden:

- Vorhandener Einbauraum
- Abmessungen und Position der Last

Pivotpunkt

Der Pivotpunkt beschreibt das Rotationszentrum (Schnittpunkt der Rotationsachsen U, V und W). Wenn die Standardeinstellungen für die Pivotpunktkoordinaten verwendet werden, liegt der Pivotpunkt nach einer Referenzfahrt im Ursprung des XYZ-Koordinatensystems, siehe dazu die Maßzeichnung (S. 50).

Der Pivotpunkt wird bei Translationen zusammen mit der Plattform verschoben. Rotationen ändern die Position des Pivotpunkts nicht. Die Pivotpunktkoordinaten bleiben in beiden Fällen unverändert.

Die Pivotpunktkoordinaten können im Hexapodcontroller geändert werden.

XYZ-Koordinatensystem

Das kartesische XYZ-Koordinatensystem ist in Position und Ausrichtung nicht veränderbar und wird daher als raumfest bezeichnet. Die Achsen X, Y und Z werden als Translationsachsen bezeichnet.

Der Schnittpunkt der Achsen des raumfesten kartesischen XYZ-Koordinatensystems (0,0,0) wird als Ursprung bezeichnet.

Die Z-Achse steht immer senkrecht zur Grundplatte des Hexapods.

Die nachfolgenden Abbildungen des Hexapods H-810 als Beispiel verdeutlichen, dass sich das XYZ-Koordinatensystem bei Bewegungen der Plattform nicht mitbewegt.



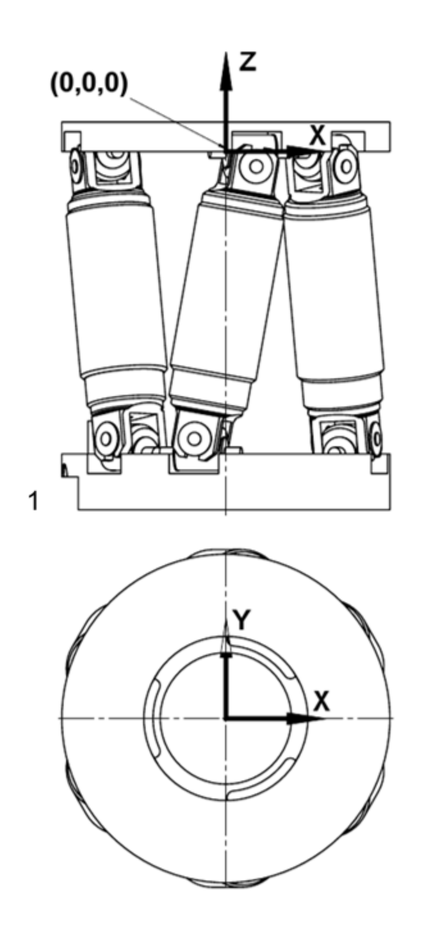


Abbildung 15: Hexapod in Referenzposition.

1 Kabelabgang

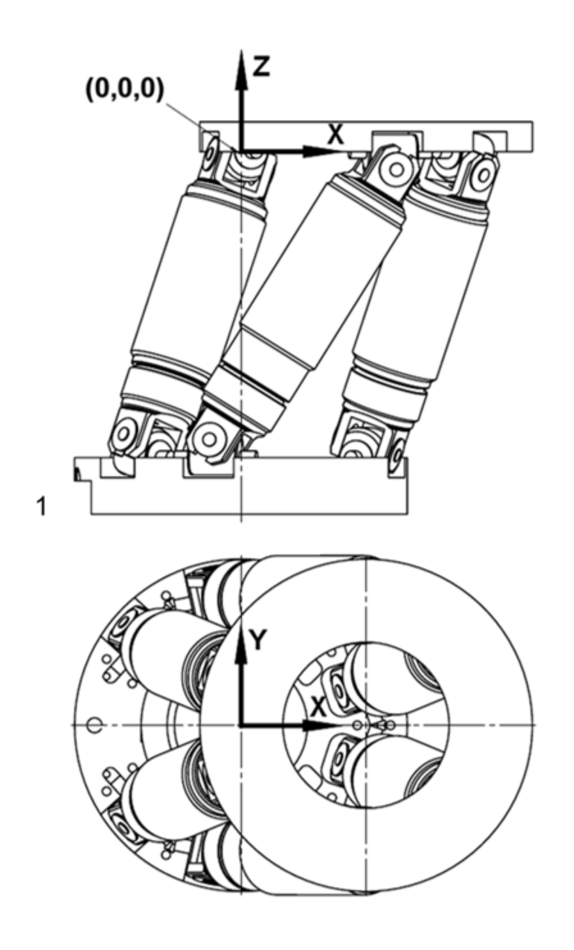


Abbildung 16: Hexapod, dessen Plattform in X bewegt wurde.

1 Kabelabgang

13 Anhang

In diesem Kapitel

13.1 Erläuterungen zum Testprotokoll

Der Hexapod wird vor Auslieferung auf Positioniergenauigkeit der Translationsachsen geprüft. Das Testprotokoll ist im Lieferumfang enthalten.

Die folgende Abbildung zeigt den verwendeten Testaufbau.

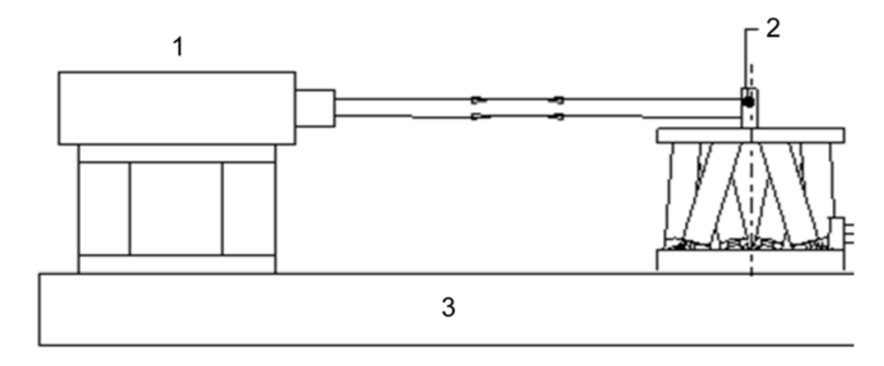


Abbildung 17: Testaufbau für die Messung der X- bzw. Y-Achse

1 Laser-Interferometer
2 Spiegel
3 Tisch

Die folgenden Testzyklen werden durchgeführt:

- Bewegung über den gesamten Stellweg mit mindestens 20 Messpunkten, in mindestens fünf Zyklen
- Bewegung über Teilstücke, z. B. ±1 mm in Schritten von z. B. 10 µm



13.2 EG-Konformitätserklärung

PI

Konformitätserklärung

gemäß DIN EN ISO/IEC 17050-1

Hersteller: **Physik Instrumente (PI) GmbH & Co. KG**

Herstelleradresse: Auf der Römerstraße 1
D-76228 Karlsruhe

CE

Der Hersteller erklärt hiermit, dass das Produkt

Produktbezeichnung: **Hexapod Mikroroboter**

Modellnummer: **H-840**

Produktausführungen: **alle**

alle einschlägigen Bestimmungen der **Maschinenrichtlinie (2006/42/EG)** erfüllt.
Außerdem erfüllt es alle Bestimmungen der **EMV-Richtlinie (2004/108/EG)**.

Die zum Nachweis der Konformität zugrundegelegten Normen sind nachfolgend aufgelistet.

Sicherheit von Maschinen: EN 12100-1: 2011-03, EN-12100-2: 2011-03

Elektromagnetische Emission: EN 61000-6-3: 2007-09, EN 55011: 2009

Elektromagnetische Störfestigkeit: EN 61000-6-1: 2007-10

Bevollmächtigter für die Zusammenstellung der relevanten technischen Unterlagen: Siegmar Klein
Adresse: siehe Herstelleradresse

31. Oktober 2011
Karlsruhe

Dr. Karl Spanner
Geschäftsführer

Physik Instrumente (PI) GmbH & Co. KG, Auf der Römerstraße 1, 76228 Karlsruhe, Germany
Telefon +49 721 4846-0, Telefax +49 721 4846-1019, E-Mail info@pi.ws, www.pi.ws

PIEZO NANO POSITIONING

